#### 研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 5 年 5 月 2 2 日現在

機関番号: 15301

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2017~2022 課題番号: 17K05180

研究課題名(和文)対称群のスピン表現から広田方程式へ

研究課題名(英文)From spin representations of the symmetric groups to Hirota equations

#### 研究代表者

山田 裕史 (YAMADA, HiroFumi)

岡山大学・自然科学研究科・特命教授

研究者番号:40192794

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3.500,000円

研究成果の概要(和文):相変わらずKdV 方程式系や変形KdV方程式系の広田表示について調べている.佐藤幹夫氏が1980年にこれに関する日本語の論説を書き(数理研講究録所収)計算結果を表にしているが,その意味が,最近になってようやく少しわかってきたところである.シューア函数やシューアのQ函数の恒等式が関係している.また対称群の p=2 のモジュラー表現論が本質的に関係しているらしい兆候が見られる ヴィラソロ代数のフォック表現に関して面白い恒等式を見つけたので,青影一哉氏,新川恵理子氏と共著論文を2 編書いた.

<u>分割の単</u>因子に関して千吉良直紀氏と共著論文を書いた.対称群の表現論の深いところと繋がっているような気 配がある.

研究成果の学術的意義や社会的意義 非線型偏微分方程式の一つであるKdV方程式は、ソリトンと呼ばれる特別な解をもつ、自然現象の解明におおい に寄与するが、一方数学的にもその代数性等際立った性質を具備している、私は、佐藤幹夫による無限次元グラ スマン多様体の理論を主合にしつつ、組合せ論的な関係を表している。ということを関するとして記述しています。 

研究成果の概要(英文): I am studying combinatorial aspects of Hirota bilinear equations for Kdv and modified KdV hierarchies. Mikio Sato wrote a short notes on these objects in Japanese in 1980, and tabulated his experimental results. Only recently I have realized what Sato was thinking and saying. Schur functions and Schur's Q functions are essentially related to the subject. And also modular representations of the symmetric groups at p=2 have a deep connection with thesehierarchies. I am also investigating certain representation of the Virasoro algebra, which, I think, is related to KdV. Three papers on the reduced Fock representation of the Virasoro algebra appeared which are written jointly with Kazuya Aokage and Eriko Shinkawa. And one more paper with Naoki Chigira will appear, I hope, which is aninteresting combinatorics of partitions.

研究分野:表現論

キーワード: シューア函数 対称群 ヴィラソロ代数

## 1.研究開始当初の背景

KP方程式系やそのリダクションである KdV 方程式系については,1980 年頃の佐藤幹夫による無限次元グラスマン多様体の理論により代数的にほぼ完全に理解されたと言って良い.ただ細かい部分に関しては組合せ論的におもしろい材料がまだ残っている.「落穂拾い」になるかもしれないが非線型微分方程式を組合せ論的に捉える,という魅力的な問題意識は共有されているように思われる.

## 2.研究の目的

本研究は様々な可積分系の,特に広田表示に注目して,その組合せ論的な構造を表現論的な立場から追求することを目標とする.また対称群,およびそれに関連するヘッケ環などについて,そのスピン表現論,とくにスピンモジュラー表現論を組合せ論的な観点から追求する.対称群やその被覆群の既約指標とも密接に関連するので,常に相関を念頭に置いて調べていく.長期的な視野に立った研究目的である.

## 3.研究の方法

KP,変形 KP 方程式系の広田表示とヴィラソロ代数のフォック表現との関係を見極めること. 1985 年頃,脇本實氏との共同研究でヴィラソロ代数のフォック表現の既約分解を調べた.各既約 成分の最高ウエイトベクトルとして長方形のヤング図形に付随するシューア函数が登場する.そ れはそれで非常に特徴的な事実 であり, 私自身はその後も理解を深めるべく様々なアプローチ を考えた. 2002年の池田岳氏との共同研究で満足すべき説明が得られて,ようやく納得した. 次に問題にすべきは,フォック表現の「低次の」既約成分から(変 形)KP 方程式系の広田表示が 登場することである. そもそも広田表示の数が低次既約成分の次元に一致している これはヴ ィラソロ代数の指標とプリュッカー関係式の本質的な関係を暗示しているように見えてならな い. 85年の共著論文では無限一般線型群(のリー環)にヴィラソロを埋め込む,という形で,広 田表示の登場を証明してはいるが,本質的な理解ができているとは言いがたい.ずっと自分な りの説明を求めており,シューア函数,対称群の表現論など周辺事項をいろいろ調べてきた が,そろそろ機が熟したかな,という感触をもっており,改めて正面突破を目指す.ヴィラソ 口代数の指標公式を見直す.もちろん良く知られていることなので「見直す」という作業は研究 というよりも勉強と言うべきかもしれない.しかし自分なりの問題意識を持って勉強すれば新た な知見も得られるだろう.プリュッカー関係式がヴィラソロ代数と直接関係する,という見方は 今まで指摘されてこなかったと思うので,そこを切り口にして調べていく.

## 4 . 研究成果

まず本課題に関する論文を挙げ,若干の解説を加える.

(1) Reduced Fock representation of the Virasoro algebra, 代数的組合せ論シンポジウム 2018 報告集 38-45

ヴィラソロ代数の被約フォック表現の特異ベクトルを求め,既約表現を完成した.シューア函数ではなくシューアの Q 函数を用いて記述したところがポイントで,対称群のスピン表現との結びつきを示唆している.国際研究集会の報告集所収の論説であり,原著論文ではないが,そのぶん読みやすく書かれている.

(2) Elementary divisors associated with partitions, (with N. Chigira), submitted 2019

整数の分割に付随する単因子について論じたものである.簡単な初等整数論でありながら,分割の,すなわち対称群の表現論の深い部分と結びついているような気配を感じる.KdV の広田方程式を調べている時に気がついたものでもあり,実際に関係がありそうだ.

- (3) Pfaffian identities and Virasoro operators, (with K. Aokage and E. Shinkawa), Lett. Math. Phys. 110 (2020), 1381–1389
- (4) Virasoro action on the Q-functions, (with K. Aokage and E. Shinkawa), SIGMA 17 (2021), 089, 12pages

ヴィラソロ代数のフォック表現に関連してシューアの Q 函数への作用を調べたものである . Q 函数はパフィアンで表されるが , その関係式を「微分」した恒等式が成り立つことに着目し , ヴィラソロ代数の作用が見やすくなることを示した . 本研究課題でメインの成果と言って良いだろう .

(5) Quantum Sylvester-Franke theorem, (with K. Aokage and S. Tabata), Math. J. Okayama Univ. 64 (2022), 143-151

一般線型群の量子化, すなわち量子群の表現論に関する成果である. 有限次元表現の「表現行列」の量子行列式を詳しく調べた. いわゆるシルベスターフランケの定理を量子化したものと位置付けられる.

(6) Differential Pluecker relations, (with K. Aokage and E. Shinkawa), submitted 2023

ヴィラソロ代数のフォック表現に関連してシューア函数 , シューアの Q 函数の満たす 2 次式を考察した . プリュッカー関係式を微分した形になっており , (多分) 今まで書かれたことがない関係式だと思われる . もちろんシューア函数は「良い函数」なので様々な関係式を満たすのであるが , 今回の恒等式はそれなりに意味深いものだと信じている . ソリトン方程式との関係も見え隠れしている .

以上のようにヴィラソロ代数のフォック表現とシューア函数等の不変式論の関係については、 ほぼ満足すべき形でその本質が明らかになったといえよう、本研究課題の大きな成果とみなせ る、無限次元のリー環でよく研究されているのはいるのはカッツムーディリー環とよばれるも のである・ルート系という、構造や表現を調べる手立てが準備されており、豊かな理論が展開 されている.KdV,KP等のソリトン方程式との関係もカッツムーディリー環に関しては 1980 年代に理論がほぼ完成している.一方,ヴィラソロ代数は円周上のベクトル場という幾何学的 な背景を持つものとしてあり,カッツムーディリー環とは仲が良いのか悪いのか不明な点が 多々残されている. 円周 U(1) を一般化したユニタリ群 U(n) 上の (左不変ではない) ベクトル 場としての表現が N. Wallach によって見つけられているので, それをとっかかりとしてソリト ン方程式との関連のさらに詳しい議論をすることが可能であると思われる.佐藤幹夫の理論で ソリトンはグラスマン多様体上の力学系であり、ソリトン方程式はプリュッカー関係式に他な らないことが明らかになったが、ヴィラソロ代数の本質的な役割はまだ見通しの良いものとは いえない、今後の課題として挙げておく、もちろんヴィラソロ代数は構造が簡単であるがゆえ に,数学のいろいろなところに関与しているはずである. Wallach は「ヴィラソロ代数は不変 式論だ」と言い切っている.この言葉の意味を私はまだ十分に咀嚼しているとは言い難いが, このような意識でヴィラソロ代数を研究していきたい、最後は成果報告というより、今後の問 題といったものになってしまったが,現時点での私の考えの記録としてここに書いておいた.

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件(うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件)

[雑誌論文] 計7件(うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件	
1.著者名	4 . 巻
Kazuya Aokage, Eriko Shinkawa and Hiro-Fumi Yamada	17
2.論文標題	5.発行年
Virasoro action on the Q-functions	2021年
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
Symmetry, Integrability and Geometry	12 pages
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1 . 著者名	4.巻
K.Aokage, E.Shinkawa and HF.Yamada	110
2.論文標題	5 . 発行年
Pfaffian identities and Virasoro operators	2020年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Letters in Mathematical Physics	1381-1389
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	   査読の有無
10.1007/s11005-020-01265-1	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1 . 著者名	4 . 巻
Kazuya Aokage, Eriko Shinkawa and HiroFumi Yamada	Online first
2.論文標題	5 . 発行年
Pfaffian identities and Virasoro operators	2020年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Letters in Mathematical Physics	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/s11005-020-01265-1	有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著
オーフンアプ ピヘ こはない、 又はオーフンアツ ピヘか 四乗	
1.著者名	4 . 巻
Hiroshi Mizukawa and HiroFumi Yamada	47
2 . 論文標題	5.発行年
Arithmetic identities for class regular partitions	2018年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Hokkaido Mathematical Journal	205-221
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-

1.著者名	4.巻
HiroFumi Yamada	-
2.論文標題	5.発行年
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra	2018年
Houses Foot representation of the firedore algoria	20.0 (
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
代数的組合せ論シンポジウム2018報告集	38-45
	30-43
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	   査読の有無
なし	
4.U	有
オープンアクセス	
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-
4 # # # #	4 **
1. 著者名	4.巻
Hiroshi MIZUKAWA and HiroFumi YAMADA	47
2.論文標題	5.発行年
Arithmetic identities for class regular partitions	2018年
• ·	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Hokkaido Mathematical Journal	205221
Hottarao matromatroar obarrar	200 221
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	
なし	有
7 <b>4.</b> U	Ħ
オープンアクセス	国際共著
	国际六省
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	
4 ***	4 <del>14</del>
1 . 著者名	4.巻
Masanori ANDO and HiroFumi YAMADA	47
2 . 論文標題	5.発行年
Products of parts in class regular partitions	2017年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Hiroshima Mathematical Journal	1518
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
〔学会発表〕 計7件(うち招待講演 5件/うち国際学会 4件)	
1 . 発表者名	
1 . 発表者名	
1 . 発表者名	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題 KdV方程式系の広田表示	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題	
1 . 発表者名 西山雄太 , 山田裕史 2 . 発表標題 KdV方程式系の広田表示 3 . 学会等名	
1 . 発表者名 西山雄太 , 山田裕史 2 . 発表標題 KdV方程式系の広田表示	
1.発表者名 西山雄太,山田裕史 2.発表標題 KdV方程式系の広田表示 3.学会等名	

2021年

1. 発表者名 HiroFuni Yanada  2. 発表框型 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 字会等名 Advaces and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議済) (国際学会)  4. 微表框 2019年  1. 景本者名 山田裕史  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 字会等名 日本数学会九州交部例会  4. 発表年 2020年  1. 発表者名 HiroFuni Yanada  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 字会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待議済) (国際学会)  4. 発表在 2018年  1. 発表者名 山田裕史  2. 発表標題 でイラソロ代数の被約フォック表現  3. 字会等名 福井表現論小研究集会(招待議済) 福井表現論小研究集会(招待議済)  3. 字会等名 福井表現論小研究集会(招待議済)  4. 発表年 2018年	
2 . 孫表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待護漢) (国際学会)  4 . 衆表年 山田裕史  2 . 孫表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本教学会九州支部例会  4 . 衆表年 HiroFuni Yanada  2 . 聚表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 HiroFuni Yanada  4 . 聚表年 1 . 聚表春名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待護漢) (国際学会)  4 . 聚表年 1 . 聚表春名 山田裕史  2 . 孫表釋題 7 . 《子会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待護漢) (国際学会)  4 . 聚表釋 1 . 聚表春名 山田裕史  2 . 孫表釋語 プイランロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表原論小研究集会(招待講漢) 「特別議論、研究集会(招待講漢) 「本書音名 「本	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議演) (国際学会)  4 . 孫表年 2019年  1 . 孫表書名 山田和安  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 孫表年 HiroFumi Yanada  2 . 孫表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待議演) (国際学会)  4 . 孫表年 2019年  1 . 孫表書名 山田和安  2 . 孫表積題 ヴィランロ代数の確約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 孫表春	HiroFumi Yamada
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議误) (国際学会)  4 . 张表年 2019年  1 . 张表書名 山田和史  2 . 発表構造 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yanada  2 . 発表構造 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待議演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田和史  2 . 発表構造 ヴィランロ代数の確約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待議演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待講演) (国際学会)  4 . 张表年 2019年  1 . 张表書名 山田和史  2 . 発表構造 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yanada  2 . 発表機器 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田和史  2 . 発表機器 ヴィランロ代数の確約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待講演) (国際学会)  4 . 张表年 2019年  1 . 张表書名 山田和史  2 . 発表構造 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yanada  2 . 発表機器 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田和史  2 . 発表機器 ヴィランロ代数の確約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)	   2
3 . 字会等名 Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2019年 1 . 発表有名 山田裕史 2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra 3 . 字会等名 日本数学名九州支部例会 4 . 発表年 2020年 2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 字会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2018年 1 . 発表有名 山田裕史 2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現 3 . 字会等名 国内表現場か研究集会 (招待講演) 4 . 発表年	
Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議演) (国際学会)  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 「プィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  3 . 学会等名	Reduced Fock Tepresentation of the Virasoro argenta
Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議演) (国際学会)  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 「プィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  3 . 学会等名	
Advances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議演) (国際学会)  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 「プィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  3 . 学会等名	
Ackances and Perspectives in Representation Theory , Qingdao (招待議演) (国際学会)  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 「プィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  3 . 学会等名	3.学会等名
4. 発表者名 山田裕史  1. 発表者名 山田裕史  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 学会等名 日本数学会九州支部例会  4. 発表者名 HiroFuri Yamada  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4. 発表年 2018年  1. 発表者名 山田裕史  2. 発表構題 ヴィラソロ代数の破約フォック表現  3. 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  3. 学会等名	
1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表構題 「ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  3 . 学会等名	
発表者名 山田裕史      発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yanada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	4 . 発表年
出田裕史  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	2019年
出田裕史  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表構題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HroFuni Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待議演) (国際学会)  4 . 発表年  1 . 発表者名 山田裕史  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	1.発表者名
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2013年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	山田裕史
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2010年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2013年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2013年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
3 . 学会等名 日本数学会九州支部例会  4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFuni Yanada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィランロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
日本数学会九州支部例会  4.発表年 2020年  1.発表者名 Hirofumi Yamada  2.発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3.学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4.発表年 2018年  1.発表者名 山田裕史  2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3.学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4.発表年	Reduced Fock representation of the Virasoro algebra
日本数学会九州支部例会  4.発表年 2020年  1.発表者名 Hirofumi Yamada  2.発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3.学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4.発表年 2018年  1.発表者名 山田裕史  2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3.学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4.発表年	
日本数学会九州支部例会  4.発表年 2020年  1.発表者名 Hirofumi Yamada  2.発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3.学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4.発表年 2018年  1.発表者名 山田裕史  2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3.学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4.発表年	
日本数学会九州支部例会  4.発表年 2020年  1.発表者名 Hirofumi Yamada  2.発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3.学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4.発表年 2018年  1.発表者名 山田裕史  2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3.学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4.発表年	3 学企業名
4 . 発表年 2020年  1 . 発表者名 HiroFumi Yamada  2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3. 学会等名 協力 では、発表に関する では、発表に関する では、発表に関する では、発表に関する では、発表を は、対象表に関する では、発表を は、対象表に関する では、対象表に関する では、対象をは、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、	口 中 双 于 云 / l 川 又 即 / ற 云
2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3. 学会等名 協力 では、発表に関する では、発表に関する では、発表に関する では、発表に関する では、発表を は、対象表に関する では、発表を は、対象表に関する では、対象表に関する では、対象をは、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、対象、	4 発表在
1.発表者名 HiroFumi Yamada  2.発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3.学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4.発表年 2018年  1.発表者名 山田裕史  2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3.学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4.発表年	
HiroFumi Yamada  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4. 発表年 2018年  1. 発表者名 山田裕史  2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3. 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4. 発表年	2020 ;
HiroFumi Yamada  2. 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3. 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4. 発表年 2018年  1. 発表者名 山田裕史  2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3. 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4. 発表年	1. 発表者名
2 . 発表標題 Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
Reduced Fock representation of the Virasoro algebra  3 . 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)  4 . 発表年 2018年  1 . 発表者名 山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)  4 . 発表年	
3. 学会等名 Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)         4. 発表年 2018年         1. 発表者名 山田裕史         2. 発表標題 	2.発表標題
Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)         4 . 発表年 2018年         1 . 発表者名 山田裕史         2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)         4 . 発表年	Reduced Fock representation of the Virasoro algebra
Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)         4.発表年 2018年         1.発表者名 山田裕史         2.発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3.学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)         4.発表年	
Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)         4 . 発表年 2018年         1 . 発表者名 山田裕史         2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)         4 . 発表年	
Symposium of Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)         4 . 発表年 2018年         1 . 発表者名 山田裕史         2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3 . 学会等名 福井表現論小研究集会 (招待講演)         4 . 発表年	a WARE
4. 発表年 2018年         1. 発表者名 山田裕史         2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3. 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)         4. 発表年	
2018年         1. 発表者名 山田裕史         2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3. 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)         4. 発表年	Symposium of Algebraic Combinatorics(招待講演)(国際字会)
2018年         1. 発表者名 山田裕史         2. 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3. 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)         4. 発表年	A DESCRIPTION OF THE PROPERTY
1.発表者名         山田裕史         2.発表標題         ヴィラソロ代数の被約フォック表現         3.学会等名         福井表現論小研究集会(招待講演)         4.発表年	
山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	2010 <del>+</del>
山田裕史  2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	1
2 . 発表標題 ヴィラソロ代数の被約フォック表現 3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演) 4 . 発表年	
ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	— ЩШПХ.
ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	
ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	
ヴィラソロ代数の被約フォック表現  3 . 学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演)  4 . 発表年	
3.学会等名 福井表現論小研究集会(招待講演) 4.発表年	
福井表現論小研究集会(招待講演) 4.発表年	
福井表現論小研究集会(招待講演) 4.発表年	
福井表現論小研究集会(招待講演) 4.発表年	
4.発表年	
	福井表現論小研究集会(招待講演)
2018年	
	2018年

1.発表者名
HiroFumi YAMADA
On Sato's "On Hirota's Bilinear Equations"
3 . 学会等名
日中表現論研究会(上海)(招待講演)(国際学会)
以下农场哺训儿去(工/9)(1015·两/8)(国际于去)
. Natr
4.発表年
2017年
1.発表者名
HiroFumi YAMADA
חווסו מוווח וחווסו

# 2 . 発表標題

On Sato's "On Hirota's Bilinear Equations"

## 3.学会等名

Algebraic and Enumerative Combinatorics in Okayama (招待講演) (国際学会)

## 4.発表年

2018年

## 〔図書〕 計0件

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

1.2022年9月 モンゴル国立大学にて "Differential Pluecker relations" と題するセミナー講演を行った.青影,新川との共同研究に基づくものである.

2.日本評論社の月刊誌「数学セミナー」にて「組合せ論彷徨」と題する12回の連載を 行った.本課題(及び以前の研究課題)で得られた結果をも含む専門的な内容を,一般読者にも理解してもらえるように噛み砕いて説明したつもりである.単行 本化も予定されている.

四空组织

U			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

## 7.科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

## 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------